

\*\* Result [Patent] \*\* Format(P801) 08. Jan. 2004 1/ 1

Application no/date: 1991-500111[1990/11/28]  
Date of request for examination: [1992/07/02]  
Public disclosure no/date: 1992-505808[1992/10/08]  
Examined publication no/date (old law): 1995- 23868[1995/03/15] **Translate**  
Registration no/date: [ ]  
Examined publication date (present law): [ ]  
PCT application no PCT/EP90/02035  
PCT publication no/date WO/91/014170[1991/09/19]  
Applicant: TZN FORSCHUNGS & ENTWICKLUNGSZENTRUM UNTERLUES GMBH  
Inventor: SHIYUMITSUTO KUREMENSU, SHIYAUBE BARUTAA  
IPC: G01N 21/35 G08B 19/02  
FI: G01N 21/84 Z G01N 21/88 J G08B 19/02  
G01N 21/35 Z G01N 21/17 F G01W 1/00 J  
F-term: 5C086AA08, AA42, CA12, CB16, DA01, DA04, DA28, EA50, FA01, FA11, GA01,  
2G051AA90, AB20, BA20, BB01, BB07, BB11, BC03, CA06, CA07, CB01, CC07, CC15, 2G059AA05,  
BB08, CC09, EE11, EE02, HH01, JJ03, KK03, JJ11, JJ14, GG06, EE12, GG07, HH06, JJ05, JJ24,  
LL02, LL04, MM01, NN05, NN08  
Expanded classification: 462, 449  
Fixed keyword: R002  
Citation:  
Title of invention: Method to detect travel motion road surface appearance  
Abstract:

PURPOSE: Surface appearance of paths of travel motion is identified with in non-contact and high detection dependability by glow is projected on face freezing up, and coke strength of two particular wave length territory of reflected ray is measured, and comparing whether it gets wet.

CONSTITUTION: Glow of broadband to emit from light source 11 is reflected back with reflecting mirror 12, it is with parallel light bundle, and 14, 13, chopper optical filter window 15 is gone along and is incident on race light path face 40. Window 16 of optical receiver 20 is passed, and the reflected ray goes along ,2900nm and interference filter 21, 22 having transmission maximum to 3050nm and is incident on detecting element 25, 26. Pass, and the horsepower inputs signal line 27, 28 into signal processing 30, and ratio  $U_i/U_j$  ( $* i = 3050nm$ ,  $* j = 2900nm$ ) of detection horsepower of ,2 is calculated. When value of ratio when face dries is assumed 1, it is to 5-20 in the neighbor, frozen face about 2 value of ratio in wet face.  
( Machine Translation )

---

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 N 21/35	Z	9118-2 J		
G 0 8 B 19/02		9177-5 G		

請求項の数6(全 7 頁)

(21) 出願番号	特願平3-500111	(71) 出願人	999999999 デーツェットエヌ フォルシュングスー ウント エントピックルングスツェントル ム ウンターリユース ゲゼルシャフト ミット ベシュレンクテル ハフツング ドイツ連邦共和国, 3104 ウンターリユ ース, ノイエソトリーター シュトラーセ 20
(86) (22) 出願日	平成2年(1990)11月28日	(72) 発明者	シュミット, クレメンス ドイツ連邦共和国, 5439 ローテンバッ ハ, コブレンツァー シュトラーセ 23
(65) 公表番号	特表平4-505808	(72) 発明者	シャウベ, バルター ドイツ連邦共和国, 3155 ビプシャウゼ ン, スタインパーク 25
(43) 公表日	平成4年(1992)10月8日	(74) 代理人	弁理士 青木 朗 (外4名)
(86) 国際出願番号	P C T / E P 9 0 / 0 2 0 3 5		
(87) 国際公開番号	W O 9 1 / 1 4 1 7 0		
(87) 国際公開日	平成3年(1991)9月19日		
(31) 優先権主張番号	P 4 0 0 8 2 8 0 . 6		
(32) 優先日	1990年3月15日		
(33) 優先権主張国	ドイツ (D E)		
		審査官 白石 光男	
			最終頁に続く

## (54) 【発明の名称】 走行路表面状態を検出する方法

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 赤外線領域の光の反射を測定することによつて、走行路表面状態を乾いているか、濡れているか、あるいは凍結しているかについて非接触で検出する方法において、

- 調査すべき表面が広帯域の光源 (11) で照射され、
- 反射された光が選択的に少なくとも二つの波長領域 (58, 59) において同時に測定され、その場合に検出波長領域 (58, 59) が表面状態にスペクトル依存性を有し、
- 個々のスペクトル領域 (58, 59) で受光された出力の比が形成され、
- 2つの検出波長領域 (58, 59) が次のように、すなわち濡れた表面に関する信号電圧の比が層厚とは関係なく所定の値領域にあって、凍結した表面に関する比が濡

2

れた表面に関する比の少なくとも2倍の大きさを有するように選択される、  
ことを特徴とする走行路表面状態を非接触で検出する方法。

【請求項2】 受光器 (20, 20'、20'') の狭帯域の検出波長領域 (58, 59) が2700nmから3200nmのスペクトル領域にあることを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項3】 広帯域の光源 (11) の前に変調器 (14) が設けられ、受光器 (20, 20') には複数のセンサ (25, 26; 25'、26') とそれぞれ異なる波長領域に最大の透過度を有する干渉フィルタ (21, 22; 21'、22') が設けられることを特徴とする請求項1または2に記載の方法。

【請求項4】 反射された光が受光器 (20'') において反射型回折格子 (63) を介して角度によって波長選択的に

検出されることを特徴とする請求項1または2に記載の方法。

【請求項5】波長選択的に検出するために、走行路(40)によって反射された光が放物面ミラー(61)を介してその焦点に配置されたマスク(62)を通して反射型回折格子(63)上で反射されて、回折格子(63)によって角度に従って波長選択された光線がミラー(64)を介してセンサ(25'、26')を有するマスク(65、66)上に合焦されることを特徴とする請求項4に記載の方法。

【請求項6】信号処理装置(30)が受光器(20、20'、20'')の後段に接続され、信号電圧の商を形成することを特徴とする請求項1から4までのいずれか1項に記載の方法。

#### 【発明の詳細な説明】

本発明は、請求の範囲第1項の前提部分に記載の走行路表面状態を非接触で検出する方法に関するものである。光線の反射を利用して道路の滑りを警告する装置を形成することが知られている。これは水と氷の誘電率の違いを利用してマイクロ波領域の光線を放射することにより行われるが(DE29 12 645-A1を参照)、赤外線(IR線)の反射によっても行うことができる(DE27 12 199-B1、EP0005696-A1及びDE30 23 444-A1を参照)。DE27 12 199-B1とEP0005696-A1には道路の滑りを警告する装置が開示されており、同装置においては二つのレーザダイオードから発生されるIR線がIR光ガイドを介して走行路表面近傍へ送出され、そこから再びIR光ガイドを介して共通の受光器へ導かれる。

その場合に測定光パルスの波長は、790から810nm、890から920nm、1020から1060nm、または1260から1290nmの波長領域内の氷の吸収最大に位置する。第2のレーザダイオードは比較光線パルスを送出し、その波長は氷の吸収最大の近傍に位置するが、氷にも水ないし水蒸気にも影響されてはならない。

DE30 23 444-A1に開示されている装置は、送光器を用いて1400から2500nm領域のIR線(この領域では雪は乾燥した道路表面より小さい反射率を有する)を走行路表面へ送出する。道路状態を判定するために、修正された三つの装置が提案されている。

第1の構造は、1400から2500nmの領域のIR線源に基づき、IR領域の二つのセンサを利用しており、その第1のセンサが鏡反射された第1の光を検出し、第2のセンサが表面で拡散反射された第2の光を検出する。さらに、温度計を用いて温度の測定が行われる。

第2の構造においては、温度計は設けられておらず、光が可視のスペクトル領域と1400から2500nmのIR領域で表面に照射される。二つのセンサは可視領域とIR領域において反射された光線の測定に用いられる。

第3の構造でも、1400から2500nmの領域のIR線と500から1090nmの領域の可視光を放射する光源が測定に用いられる。同装置ではIR拡散光検出器と可視領域における拡

散光検出器、可視領域における反射光検出器及び温度測定装置が用いられる。

これら3個のすべての構造において個々のセンサによって測定された信号が論理回路を介して判断ユニットにおいて記憶された基準信号のモデルと比較されて、道路状態が特定される。

走行路の表面状態(乾いている、濡れている、凍結している)の検出は、交通安全にとってきわめて重要である。

センサと調査すべき表面との接触を必要とするセンサ装置、並びに反射測定に基づく非接触で作動する装置がすでに存在している。既存の方法は構造が複雑で高価であり、装置の検出確実性が制限されている。

DE30 23 444-A1に開示されている装置も広帯域で照射されるIR線を使用しているが、同装置では必要な信号モデル比較装置が非常に複雑である。特に予め読み出された信号モデルとの比較が行われる。

第1に分類された、1400から2500nmの波長領域のIR線を使用する実施例によれば、温度測定を加えるだけで濡れた道路状態あるいは凍結した道路状態を区別することができる。他の実施例には1400から2500nmのIR領域の光の照射の他に、500から1090nmの可視領域の光成分も含まれており、これらは拡散光として、及び反射された光として別体の検出器によって検出される。それによって特に太陽光の入射による横感度が生じることがある。

DE27 12 199-B1とEP0005696-A1に示す装置は二つの脈動する光源(レーザダイオード)を使用しているが、検出器は一つだけなので、測定はシーケンシャルにしか行えない。

波長の選択は表面に当たる前にすでに行われ、かつ光線のフィルタリングは検出器の入口では行われないので、この場合にも他の光源によるノイズが発生する危険がある。これは比較光線パルスを照射することによって防止しなければならない。しかしこのパルスの波長は、反射が氷によっても水によっても特に影響を受けないように選択されている。従って氷と水が同一の反射率を有する波長にしなければならず、更に反射率ができるだけ層厚の違いに無関係となる波長にしなければならない。測定光パルスの波長は氷の吸収最大に来るようにする。もちろん利用される好ましい波長領域では氷と水の吸収最大はほとんど変わらないので、測定光パルスの十分な波長安定性が保証されなければならない。これはレーザダイオードでは難しい。というのはレーザダイオードの波長ドリフトは温度に関して小さくないからである。従ってレーザダイオードを使用するためには、コストのかかる温度安定性が必要となる。

EP0005691-A1とDE27 12 199-B1に示す装置においては、光路にさらにフィルタが使用される。しかしこのことはドリフトが激しいと、表面で反射させるためには光の強度が最小となりあるいは反射させることのできる光

の強度はなくなってしまう。さらに、二つのダイオードのドリフトが異なると、結果として出て来る信号レベルの質が低下する。

本発明の課題は、濡れた、乾いた、凍結したという三つの表面状態を非接触でかつ高い検出確実性で識別することができる簡単な構造でかつ安価な装置を提供することにある。

この課題は、本発明によれば請求の範囲第1項の特徴部分に記載された特徴によって解決される。

請求の範囲従属項は、本発明の特に好ましい実施例を開示するものである。

以下、図面に示す実施例を用いて本発明を説明する。

第1図、第1a図及び第1b図は、光源と受光器と信号処理ユニットからなる、IR線領域における反射光を検出する装置を示す。

第2図は、水の層厚が1.0mm、1.5mm及び2.0mmの場合における2000nmから3200nmまでの領域の波長に関する水の反射率を示す。

第3図は、氷の層厚が1.0mm、1.5mm及び2.0mmの場合における2000nmから3200nmまでの領域の波長に関する氷の反射率を示す。

第1図において符号10は光源ハウジングを示し、その中にIR線源11（例えばハロゲンランプ）と湾曲した反射ミラー12と変調器14とが設けられている。光学フィルタ13（例えば長波長通過エッジフィルタあるいは干渉フィルタ）は光源の出口に取り付けることができる。光学素子が汚れないようにするために、光源ハウジング10はIR線を透過する窓15によって閉鎖されている。

システムの受光器20は、二つの干渉フィルタ21、22と二つのレンズ23、24と二つの検出器25、26とから構成される。

受光器20にも窓16が設けられており、素子が例えば吹き付けられる水によって汚れるのを防止する。

検出器25、26の出力は、信号線27、28を介して信号処理装置30に接続されている。信号処理装置は信号出力インターフェイス31と接続される。

第1a図は走行路表面40で反射されるIR線を検出する別の装置を示すものである。所定の素子を有する図示の光源ハウジング10は、第1図に示す光源ハウジングに相当するものである。受光器20' は変更されており、本実施例ではレンズ23、24は設けられない。反射IR線は窓16' から進入した後に合焦ミラーまたはリフレクタ29上に照射され、その焦点内には二つの検出器25'、26' と、それに重ねて配置された干渉フィルタ21'、22' とが設けられる。

第1b図は、走行路表面40で反射されたIR線を波長選択して検出する装置を示すものである。不図示の所定の素子を有する光源ハウジング10は第1図および第1a図に示すものに相当するものである。受光器20'' には窓16'' と放物面ミラー61が設けられ、その焦点にはマスク62が配置

されている。光線は反射型回折格子63によってスペクトル分解されて、合焦ミラー64を介して後方にセンサ25''、26'' を有するマスク65、66上に合焦される。

さらに信号処理を行うために、第1図および第1a図に示す装置の場合と同様に信号処理装置30と信号出力インターフェイス31が設けられる。光源ハウジング10と受光器20、20'、20'' は調査すべき走行路表面40の法線に対して角度 $\alpha$ 41で配置されている。好ましくは小さい角度（ $\alpha < 30^\circ$ ）が選択される。角度 $\alpha$ の変化と共に変化する反射係数値を考慮する場合には、より大きな角度でもよい。

第2図には、波長（nm）に対する水の反射率R（%）が示されている。符号50は層厚が2.0mmのときの水の反射率を示し、51と52は夫々層厚が1.5mmと1.0mmのときの反射率を示す。56は2900nmにおける干渉フィルタ22、22' の中心波長を示す。干渉フィルタ22、22' のスペクトル幅58は50nmである。57は3050nmにおける干渉フィルタ21、21' の中心波長で、干渉フィルタ21、21' のスペクトル幅59は同様に50nmである。

第3図は、氷の反射率R（%）を波長に関して示すものである。符号53、54、55は夫々層厚が2.0mm、1.5mm、1.0mmの場合を示す。記入されている中心波長とスペクトル幅は第2図に示すものと同様である。

光源11から放射された広帯域の光線は、湾曲した反射ミラー12を介して収束されて、調査すべき面（例えば走行路表面40）上へ導かれる。

光源11の出口に取り付けられた光学フィルタ13（例えば長波長通過エッジフィルタあるいは干渉フィルタ）によって光線のスペクトルはすでに予備選択されている。それによって照射された走行路表面40が光源11の光線によって過度に加熱されることがない。スペクトル的な予備選択はその裏側を水銀等によりコーティングされたミラーによっても（例えばIR反射によっても）行うことができる。光線は変調器またはチョッパ14によって時間的に変調される。

走行路表面40によって反射された光線は受光器20において二つの干渉フィルタ21、22によってスペクトルを制限され、二つのレンズ23、24を介して検出器25、26上に合焦される。あるいは光線のフィルタリングをレンズ23、24と検出器25、26の間で行ってもよい。それによれば、IR線が湾曲したミラー29を介して、干渉フィルタ21'、22' がその上に重ねて配置された二つの検出器25'、26' 上に合焦される第1a図に示す装置の場合には、比較的小さい干渉フィルタ21'、22' を使用することができ、従ってコストの低減が可能になるという利点を得られる。合焦する一つのリフレクタ29の代わりに、小直径の二つの別体の合焦するリフレクタ29（不図示）を選択的に設けてもよく、その焦点にはそれぞれ干渉フィルタ／検出器コンビネーション21' / 25' 及び22' / 26' が設けられる。これらの素子の固定は、不図示の保持アーチ

によって行うことができ、保持アーチは受光器20' のハウジングの内部に固定される。

干渉フィルタ21、22;21'、22' は二つの異なる波長 $\lambda_i$ と $\lambda_j$ を透過し、それらの透過領域の帯域幅は夫々 $\Delta\lambda_i$ と $\Delta\lambda_j$ である。

第1b図に示す装置においては、波長選択のための干渉フィルタ21、22;21'、22' が使用されていない。その代わりに走行路40から反射された光が放物面ミラー61によってその焦点に配置されたマスク62を通して反射型回折格子63上に照射される。回折格子63から反射された光は角度によって波長選択され、ミラー64を介してマスク65、66上に合焦され、これらマスクの後方には検出器25' ;26' が配置されている。波長 $\lambda_i$ と $\lambda_j$ の検出は、本実施例においてはマスク65、66と検出器25'、26' を所定の位置に配置することによって行われる。これらは回折格子63に対して次のように配置される。すなわち、中心波長 $\lambda_i$ に対する波長領域 $\Delta\lambda_i$ の光だけがマスク65を通して検出器25' 上に当たり、領域 $\Delta\lambda_j$ の光だけがマスク66を通して検出器26' 上に当たるように配置される。

第1図と第1a図に示す受光器20、20' に対して、第1b図に示す装置は、干渉フィルタ21、22;21'、22' を省くことができるという利点を有する。干渉フィルタの最大透過は通常50%に過ぎない。それに対して反射回折格子63とミラー64を使用することによって、発光効率を倍加することができる。というのは反射損失が非常に少ないので、IR線源11の出力を半分にすることができ、従って駆動コストを低下させることができるからである。

検出器25、26;25'、26' ;25''、26'' は、出力電圧 $U_i$ と $U_j$ が波長 $\lambda_i$ ないし $\lambda_j$ で受光された放射電力に比例するように形成される。信号電圧 $U_i$ と $U_j$ は検出器25、26;25'、26' ;25''、26'' の感度特性とIR源11の放射特性に従って個々に増幅され、次に信号処理装置30へ導かれる。

本発明によれば、信号処理装置30において信号電圧 $U_i$ と $U_j$ の比が形成される。商 $U_i/U_j$ の値は照射された表面の状態に関係する。信号処理装置30で求められた電圧の商は乾いている、濡れている、凍結しているという3つの状態に対応する。次にその状態に対応した信号が発生されて、信号出力インターフェイス31へ導かれる。この出力信号によって、濡れている、乾いているあるいは凍結しているという表面状態に一義的に対応する例えば音響的または光学的な信号が発生される。

ここに記載の実施例においては、次に示すスペクトル値が元になっている。

$\lambda_i = 3050\text{nm}$ 、

$\lambda_j = 2900\text{nm}$ 、

$\Delta\lambda_i = \Delta\lambda_j = 50\text{nm}$

$\lambda_i$ と $\lambda_j$ はそれぞれ50nm幅の透過領域の中央に位置する。

表面が乾いている場合に約1の $U_i/U_j$ 値を出力するように本装置を調節したときには、種々の水膜厚の濡れた表面の場合に $U_i/U_j$ 値が約2.0となり、種々の氷層厚の凍結した表面の場合には5より大きい $U_i/U_j$ 値(5から20)となる。

この数値は第2図と第3図に示す反射スペクトルから得られ、これらは種々の水ないし氷の層厚を有する濡れた道路試料と凍結した道路試料について測定された反射を示すものである。測定における角度 $\alpha_{41}$ は約15°であって、光源としてはハロゲンランプが使用された。

第2図と第3図から明らかなように、2700nmから3200nmの領域における反射カーブの勾配は水と氷とは異なる。カーブの立ち上がり端は氷の場合には約100nm波長の長い方へずれる。測定によれば、400nmから3500nmの領域において反射ファクタの同様な変化は他に存在しないことが明らかにされた。ここに記載された数値の他に、第2図と第3図を用いて、対応する $\Delta\lambda_i$ 値と $\Delta\lambda_j$ 値を有する他の適当な $\lambda_i$ 値と $\lambda_j$ 値を選択することができ、それらについても乾いた、濡れたあるいは凍結した表面状態への一義的な対応を可能にする $U_i/U_j$ 信号値が形成される。

信号電圧 $U_i$ と $U_j$ の商を形成することによって、例えば氷の層厚が異なる場合など(第3図を参照)、 $U_i$ と $U_j$ の絶対値が大きな領域にわたって変化する場合でも、システムが確実に作動するという利点が得られる。第2図と第3図から $\lambda > 2700\text{nm}$ に関しては、氷の層厚及び水の層厚が異なる場合に $\lambda_i$ と $\lambda_j$ の反射値はほぼ同一のファクターだけ増加ないしは減少する。

2つの検出器25、26;25'、26' ;25''、26'' を同時に間接的に照射する光源11の出力の変動と、光源11及び受光器20、20'、20'' の配置の異なりも、商 $U_i/U_j$ を形成することによって相当程度補償することができる。

光線の狭帯域のフィルタリングは、検出器25、26;25'、26' ;25''、26'' の入口で行われる。それによって、他の光源(例えば太陽光の入射)からの検出器への入射を干渉フィルタ21、22;21'、22' の透過波長 $\lambda_i$ 、 $\lambda_j$ に、ないしは角度によって波長選択される光線に制限することができるという利点が得られる。この光線による測定装置に対する外乱は2700nmより大きい測定波長に関してはわずかであると見なすことができる。

これまで二つの測定波長 $\lambda_i$ と $\lambda_j$ について説明してきた本装置は、同様に三つあるいは四つの測定波長に拡張することができる。

従って従来技術に比べて、外乱光による障害を無視できるという利点が得られる。測定波長は、反射特性が表面状態へのスペクトル依存を示す波長領域、すなわち2700から3200nmの波長領域にあるので、形成された信号電圧 $U_i$ と $U_j$ の商を用いて高い検出確実性で表面状態を特徴付けることができる。なお、検出確実性は水ないし氷の層厚が異なることによって損なわれることはない。

10

20

30

40

50

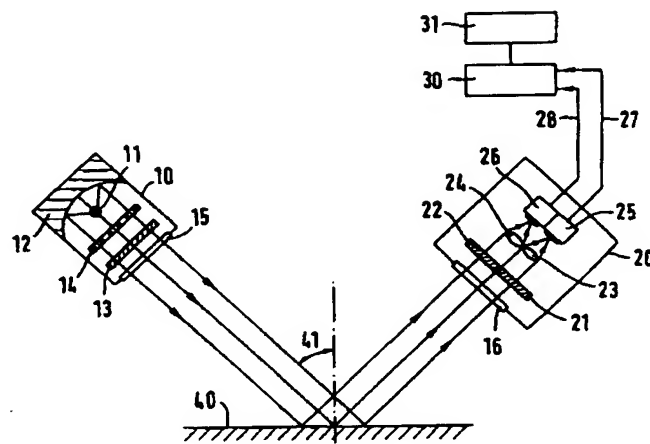
大きな強度の光を照射することによって、氷の形成を妨げることはない。というのは光線は光学フィルタ13によって予め選択されることによりすでに弱められているからである。さらに、光を調査すべき走行路表面40へ（例えば可動のマスクを用いて）間隔を開けて照射することもできる。

符号リスト

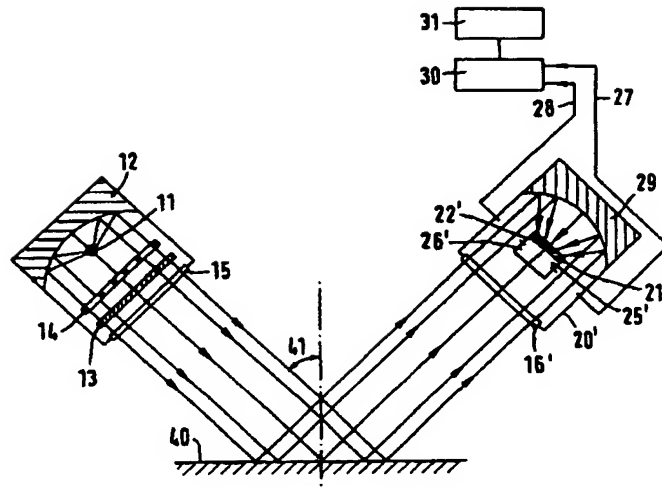
- 10 光源ハウジング
- 11 IR線源
- 12 湾曲した反射ミラー
- 13 光学フィルタ
- 14 変調器
- 15 窓
- 16 窓
- 20 受光器
- 21 干渉フィルタ i
- 22 干渉フィルタ j
- 23 レンズ i
- 24 レンズ j
- 25 検出器 i
- 26 検出器 j
- 27 信号線 i

- 28 信号線 j
- 29 合焦リフレクタ
- 30 信号処理装置
- 31 信号出力インターフェイス
- 40 走行路表面
- 41 入射角度
- 50 反射率 水 2mm
- 51 反射率 水 1.5mm
- 52 反射率 水 1mm
- 10 53 反射率 氷 2mm
- 54 反射率 氷 1.5mm
- 55 反射率 氷 1mm
- 56 中心波長 j
- 57 中心波長 i
- 58 スペクトル幅 j
- 59 スペクトル幅 i
- 61 放物面ミラー
- 62 マスク
- 63 反射型回折格子
- 20 64 ミラー
- 65 マスク i
- 66 マスク j

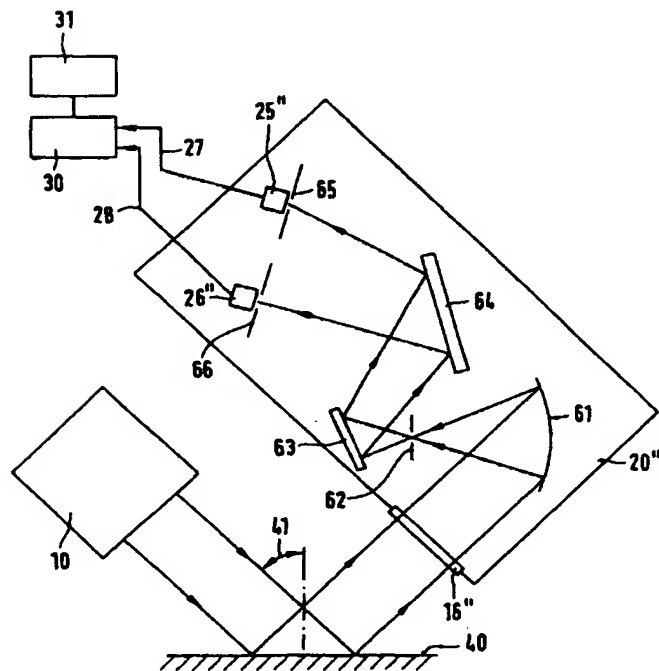
【第1図】



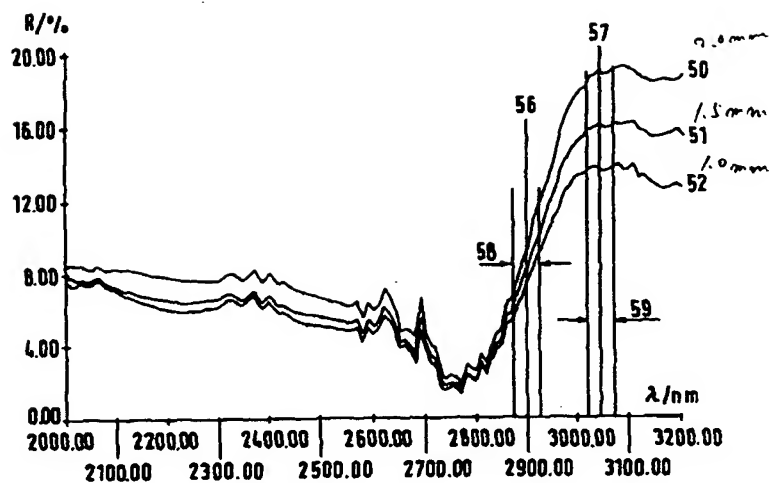
【第1 a 図】



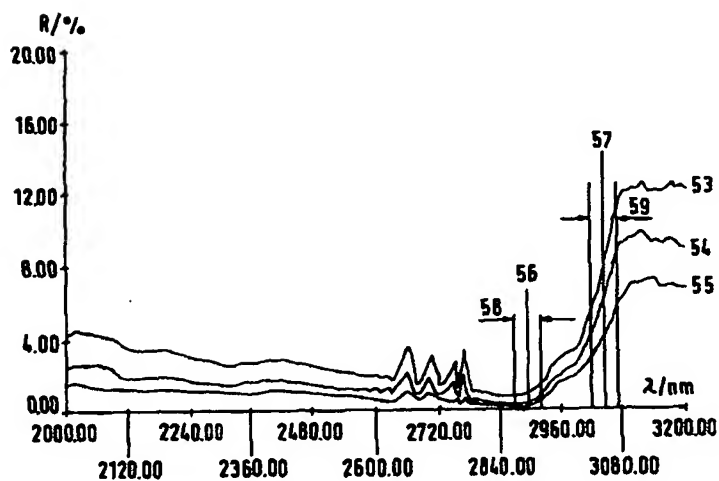
【第1 b 図】



【第2図】



【第3図】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 昭59-208442 (J P, A)  
 特開 昭57-146135 (J P, A)  
 特公 昭60-1573 (J P, B 1)  
 特公 昭60-15015 (J P, B 1)  
 実公 昭56-41239 (J P, Y 1)